

Penambahbaikan Aliran Proses dalam Meningkatkan Produktiviti di Sektor Pembuatan dengan Menggunakan Simulasi Siemens Tecnomatix Plant

Process Flow Improvement to Increase Production Productivity Using Siemens Tecnomatix Plant Simulation

Nurfilzati Alisha Ismadi¹, Ahmad Nur Aizat Ahmad^{1*}, Md Fauzi Ahmad¹

¹ Jabatan Pengurusan Pengeluaran dan Operasi, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, Johor, 86400 MALAYSIA

*Pengarang Utama: aizat@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.072>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024
Diterima: 31 April 2024
Diterbitkan: 30 Jun 2024

Kata Kunci

Aliran proses, produktiviti, simulasi, Siemens tecnomatix plant

Abstrak

Pada era industri revolusi 4.0, kebanyakan syarikat yang berjaya dalam sektor pembuatan telah menggunakan pelbagai aplikasi simulasi untuk memastikan proses pengeluaran syarikat lebih produktif. Dalam industri pembuatan botol pelincir di Shah Alam, Selangor mempunyai masa menunggu yang tinggi dan susun atur proses pengeluaran semasa yang kurang efektif. Tujuan kajian ini menambahbaik aliran proses dalam meningkatkan produktiviti proses pengeluaran. Kajian ini menumpukan kepada industri pembuatan botol di Shah Alam, Selangor. Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif iaitu pemerhatian, temubual dan simulasi iaitu simulasi Siemens Tecnomatix Plant. Kajian ini dapat memberikan maklumat kepada industri pembuatan botol pelincir dalam meningkatkan produktiviti proses pengeluaran mereka dengan mengurangkan jumlah kitaran masa proses pengeluaran. Hasil dapatan kajian, jumlah kitaran masa dapat dikurangkan sebanyak 11% untuk pengeluaran 1000unit botol selepas memlaku perbandingan terhadap susun atur semasa dan susun atur baharu yang telah ditambah baik dengan mengeluarkan kos sebanyak RM48000.

Keywords

Process flow, productivity, simulation, Siemens tecnomatix plant

Abstract

In the era of industrial revolution 4.0, most successful companies in the manufacturing sector have used various simulation applications to ensure that the company's production process is more productive. In the lubricant bottle manufacturing industry in Shah Alam, Selangor has a high waiting time and organizes the current production process which is less effective. The purpose of this study is to improve the process flow in increasing the productivity of the production process. This study focuses on the bottle manufacturing industry in Shah Alam, Selangor. This study uses qualitative methods which are observation, interview and simulation which is Siemens Tecnomatix Plant simulation. This study can provide information to the lubricant bottle manufacturing industry to increase the productivity of their production process by reducing the total cycle time of

the production process. As a result of the study, the total cycle time can be reduced by 11% for the production of 1000 units of bottles after making a comparison between the current layout and the new layout which has been improved with a cost of RM48000.

1. Pendahuluan

Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia (2023), Indeks Pengeluaran Perindustrian (IPP) pada bulan Mac 2023 telah meningkat sebanyak 3.1 peratus yang telah didorong oleh pengembangan dalam sektor pembuatan dan perlombongan. Perkara ini menunjukkan bahawa industri pembuatan memainkan peranan penting kepada ekonomi negara. Peningkatan dalam industri pembuatan telah didorong oleh faktor seperti peningkatan permintaan untuk barangan, kemajuan teknologi dan dasar kerajaan yang menggalakkan pertumbuhan pembuatan. Aplikasi Simulasi Siemens Tecnomatix Plant merupakan teknik yang boleh digunakan untuk melaksanakan *lean* secara tidak langsung dapat menambahbaik proses pengeluaran semasa dan meningkatkan produktiviti proses pengeluaran.

Pada era industri revolusi 4.0, kebanyakan syarikat yang berjaya dalam sektor pembuatan telah menggunakan pelbagai aplikasi simulasi untuk memastikan proses pengeluaran syarikat lebih produktif. Produktiviti ditakrifkan sebagai ukuran kecekapan sesuatu aktiviti. Dalam industri pembuatan, produktiviti menerangkan bagaimana keberkesanan kilang pengeluaran menjalankan proses pengeluaran. Peningkatan pertumbuhan produktiviti dalam proses pengeluaran dapat dilakukan dengan penggunaan teknologi baharu seperti simulasi. Penggunaan simulasi merupakan langkah yang sesuai untuk melangkah ke arah Industri 4.0. Industri Revolusi Keempat juga dikenali sebagai Industri 4.0 (IR4.0), telah merevolusikan industri pembuatan dengan menambah teknologi digital ke dalam proses perindustrian (Tilak & Singh, 2018). Dengan wujudnya inovasi ke arah 4.0 ini membantu syarikat untuk membuat analisis menggunakan simulasi dengan lebih terperinci untuk keseluruhan proses pengeluaran. Pemantauan secara teliti terhadap simulasi boleh mengenalpasti "*bottlenecks*" atau kesilapan yang timbul dalam proses pengeluaran semasa. Analisis ini secara tidak langsung akan meningkatkan produktiviti proses pengeluaran sesebuah syarikat. Produktiviti yang tinggi dalam sesebuah proses pengeluaran menunjukkan sesebuah syarikat itu mampu untuk mengendalikan pengeluaran dengan cekap secara tidak langsung memberikan kelebihan kepada syarikat untuk kekal dalam berdaya saing dalam sesebuah industri.

Kajian ini dijalankan untuk mengatasi masalah yang terlibat dalam proses pengeluaran seperti produktiviti merosot, isu kualiti dan kurang kecekapan bukanlah perkara baharu yang berlaku dalam sesebuah industri pembuatan (Jimenez *et al.*, 2019). Dalam industri pembuatan botol pelincir, terdapat pelbagai faktor *bottleneck* yang berpotensi menimbulkan masalah di proses pengeluaran antaranya. *Bottleneck* berlaku di proses pengeluaran botol di Shah Alam, Selangor mempunyai masa menunggu yang tinggi untuk sesetengah stesen kerja. Kebanyakan stesen kerja yang terdapat di syarikat ini dijalankan secara manual. Hal ini akan mengganggu proses pengeluaran daripada berjalan dengan lancar. Kaedah simulasi membolehkan syarikat meminimumkan masalah yang terlibat dan mengendalikan proses dengan lebih cekap. Oleh itu, dengan penggunaan simulasi membolehkan pengkaji melihat faktor dan kekangan yang boleh mempengaruhi prestasi proses pengeluaran.

Selain itu, susun atur proses pengeluaran semasa syarikat juga kurang efektif yang menyebabkan berlaku banyak pembaziran dalam barisan pengeluaran. Jarak yang untuk bergerak dari satu stesen ke stesen yang lain akan jauh yang menyebabkan berlaku pembaziran pergerakan berlaku dalam proses pengeluaran. Operator terpaksa berjalan terlalu banyak untuk bergerak ke stesen lain. Hal ini menyebabkan mereka tidak menumpukan sepenuhnya kepada tugas mereka dan akhirnya akan menyebabkan kerap berlaku kesilapan. Penggunaan simulasi dalam menganalisis dan menambahbaik susun atur proses pengeluaran akan meningkatkan produktiviti proses. Kajian ini juga dijalankan dalam memenuhi keperluan dan objektif seperti (i) mengenalpasti faktor dan kekangan yang mempengaruhi produktiviti proses pengeluaran., (ii) menganalisis proses pengeluaran menggunakan aplikasi simulasi Siemens Tecnomatix Plant dan (iii) menambahbaik proses pengeluaran dalam meningkatkan produktiviti.

2. Pendahuluan

2.1 Teori Pembuatan *Lean*

Pembuatan *lean* boleh ditakrifkan sebagai "kaedah yang digunakan untuk mengurangkan pembaziran dan secara tidak langsung memaksimumkan produktiviti" (Tayaksi *et al.*, 2020). Kaedah pembuatan *lean* penting untuk semua industri untuk meningkatkan kualiti produk, mengurangkan masa proses dan mengurangkan kos operasi dalam pelbagai keadaan.

2.1.1 Prinsip *Lean*

Prinsip *lean* ialah transformasi yang sesuai dalam budaya korporat, amalan proses dan pengurusan yang diperlukan bagi membantu peringkat proses pembuatan dalam sesebuah kilang (Sukiennik & Bak, 2019). Pendekatan ini merupakan kaedah jangka panjang dalam pengurusan syarikat yang tertumpu kepada penambahbaikan dan kecekapan dalam masa kitaran, produktiviti secara berterusan dalam sesebuah perniagaan. Terdapat lima prinsip *lean* yang akan digunakan dalam kajian ini.

- i. Mengenalpasti nilai (*identify value*) - Penentuan nilai sesuatu produk atau perkhidmatan yang dijalankan dari sudut persepektif pelanggan mereka dapat membantu dalam memastikan syarikat memberikan produk kepada pelanggan pada masa yang tepat dan pada harga yang bersesuaian agar dapat memenuhi kepuasan para pelanggan.
- ii. Mengenalpasti aliran nilai (*map the value stream*) - Prinsip ini melibatkan menganalisis dan mengenalpasti aliran proses yang dianggap merugikan dalam menghasilkan produk atau perkhidmatan dengan lebih lancar bagi mengenalpasti pembaziran dan kaedah penambahbaikan yang sesuai.
- iii. Membentuk kelancaran (*create flow*) - Meminumkan atau memendekkan masa dalam peringkat ini dapat memastikan proses pengeluaran bermula proses memesan bahan mentah sehingga penghantaran produk kepada pelanggan berjalan dengan lancar.
- iv. Memperkukuh tarik (*establish pull*) - Prinsip ini dapat memastikan proses kerja stabil dan pekerja dapat menyelesaikan tugas dengan lebih cepat pada usaha yang sedikit.
- v. Mencari kesempurnaan (*seek perfection*) - Dalam prinsip ini syarikat boleh berusaha untuk kesempurnaan proses kerja yang memerlukan pencarian punca masalah kualiti dan menghapuskan pembaziran yang tersembunyi di seluruh proses kerja.

2.1.2 Kebaikan *Lean*

Proses ini membantu mengurangkan pembaziran yang akan menyebabkan banyak masa, inventori dan ruang yang terlibat. Proses ini boleh dilakukan dengan meninjau keseluruhan proses untuk mencari proses yang kurang produktif dan analisis lebih terperinci proses tersebut. Selain daripada itu, kos sesuatu proses juga boleh dikurangkan dengan mengurangkan bekalan untuk bahan mentah dan masa bekerja untuk meningkatkan produktiviti syarikat.

2.1.3 Teknik *Lean*

Teknik *lean* digunakan untuk membantu mengurangkan pembaziran, membina aliran proses yang lebih cekap, meningkatkan kualiti yang akan memberikan manfaat kepada sesebuah syarikat. Teknik ini akan menyediakan rangka kerja dalam menyelesaikan masalah, melihat prestasi, menganalisis proses kerja yang terlibat (Sipes, 2022).

2.2 Produktiviti

Produktiviti menerangkan kecekapan pengeluaran dalam menjalankan operasinya. Peningkatan produktiviti membolehkan perniagaan menjalankan pengeluaran pada kos yang lebih rendah dan masa yang lebih singkat dan dengan mengurangkan jumlah sisa yang terlibat. Proses pengeluaran yang sangat produktif membolehkan syarikat memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih cekap, bertindak balas terhadap perubahan pasaran dengan segera (Poswa *et al.*, 2022). Produktiviti sesebuah proses pengeluaran akan memberikan kelebihan kepada syarikat untuk kekal dalam berdaya saing dalam sesebuah industri.

2.3 Proses Penambahbaikan

Proses penambahbaikan ialah pendekatan untuk mengenal pasti, menganalisis dan meningkatkan produktiviti proses kerja sedia ada untuk mencapai hasil yang lebih baik, meningkatkan kecekapan dan kualiti yang lebih baik (White, 2019). Strategi yang berbeza mesti dipertimbangkan yang memerlukan pendekatan sistematik yang mengikut kaedah tertentu. Teknik seperti pembuatan *lean* mempunyai fokus yang berbeza untuk setiap jabatan yang ada di syarikat dan menggunakan pelbagai teknik bagi menghasilkan penambahbaikan yang cekap.

2.4 Industri Revolusi 4.0

Industri revolusi 4.0 merupakan fasa dimana pendigitalan dalam sektor pembuatan yang didorong oleh peningkatan interaksi antara manusia dan mesin dan penambahbaikan proses dengan menggunakan teknologi dalam proses kerja. Hal ini membolehkan inovasi dalam proses kerja dapat bergerak dengan lebih pantas dan produktif dalam sesebuah pengeluaran. Industri 4.0 memberikan impak yang besar dalam sesebuah perniagaan. Terdapat 7 elemen yang terlibat dalam IR4.0 dan antaranya simulasi. Dalam kajian ini elemen simulasi telah digunakan untuk menambahbaik aliran proses pengeluaran dan meningkatkan produktiviti dengan meminimumkan pembaziran.

2.5 Model Simulasi

Menurut Sadar *et al.* (2023), pemodelan dan simulasi merujuk kepada proses mencipta perwakilan atau model sistem dan menggunakan model tersebut untuk mensimulasikan pergerakan atau senario yang berbeza. Simulasi juga proses mencipta dan menganalisis stesen kerja untuk meramalkan prestasinya di operasi sebenar atau dari masa ke semasa. Selain itu, simulasi dapat mengurangkan kos dalam masa yang sama meningkatkan produktiviti sistem. Model simulasi digunakan untuk menganalisis sistem untuk membantu dalam membuat keputusan dan penyelesaian masalah. Model simulasi digunakan terutamanya untuk memahami proses kerja apabila mempertimbangkan perubahan sesuatu sistem (Sadar *et al.*, 2023). Antara contoh simulasi yang boleh digunakan untuk menganalisis proses pengeluaran ialah Siemens Technomatix Plant, Arena dan FlexSim.

2.6 Simulasi Siemens Tecnomatix Plant

Simulasi Siemens Tecnomatix Plant merupakan aplikasi yang membolehkan sesebuah syarikat mengoptimumkan sistem dan proses pengeluaran mereka melalui penggunaan simulasi. Siemens Tecnomatix Plant ialah sebahagian daripada teknik pembuatan digital yang dibangunkan oleh aplikasi industri Siemens Digital (Sobrinho *et al.*, 2022). Dengan menggunakan aplikasi Siemens Tecnomatix Plant untuk mensimulasikan proses pembuatan, seperti operasi pemesinan atau pengendalian bahan, pengeluar boleh menganalisis dan mengoptimumkan aliran kerja pengeluaran untuk memastikan kualiti produk mengikut standard yang ditetapkan. Simulasi membantu mengenal pasti kemungkinan *bottlenecks*, mengoptimumkan peruntukan sumber dan meminimumkan pembaziran. Hal ini membawa kepada kecekapan dan kelancaran proses yang lebih baik dan akhirnya membantu perniagaan kepada pengeluaran mengikut permintaan pelanggan.

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Pengkaji menggunakan kaedah kualitatif dalam kajian ini. Pemilihan reka bentuk kajian ini berdasarkan isu atau masalah yang terdapat dalam syarikat pembuatan di Shah Alam, Selangor.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam kajian ini dibuat dengan melakukan pemerhatian terhadap proses pembuatan syarikat botol pelincir di Shah Alam dan menemubual pihak pengurusan dan pekerja yang terlibat dalam proses pengeluaran. Seramai lebih kurang 3 orang kakitangan iaitu pengarah operasi syarikat, pengurus kualiti dan pekerja senior yang terlibat dalam proses pengeluaran ditemubual untuk mendapatkan maklumat yang lebih tepat berkenaan dengan proses pengeluaran syarikat. 3 orang kakitangan antara kakitangan yang akan terlibat adalah pengurus, pekerja bahagian kualiti serta individu yang terlibat dalam bahagian proses pengeluaran produk. Pemerhatian dijalankan selama 2hari untuk merekodkan jumlah masa yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap stesen kerja dan melihat sendiri proses, mesin atau aktiviti yang terlibat.

3.3 Analisis Data

Selepas pengumpulan data dilakukan dalam kajian, pengkaji menganalisis data yang telah dikumpul. Pengkaji membuat penambahbaikan aliran proses pengeluaran baharu berdasarkan analisis yang dilakukan. Analisis data boleh membantu mengesahkan andaian yang dibuat semasa proses pembangunan simulasi. Dengan membandingkan data semasa dengan hasil simulasi, pengkaji boleh menilai ketepatan dan kesahihan andaian dan membuat pelarasan mengikut keperluan Data telah dianalisis menggunakan simulasi Siemens Tecnomatix Plant. Aplikasi Siemens Tecnomatix Plant merupakan kaedah yang digunakan untuk mencipta, membangun susun atur proses pengeluaran dan menjalankan simulasi terhadap data yang telah dikumpul.

3.4 Proses Simulasi Tecnomatix Plant

Menurut Sobrinho *et al.* (2022), terdapat 6 langkah yang perlu diambil kira untuk melakukan simulasi. Reka bentuk aliran proses baharu yang akan dibuat adalah berdasarkan stesen kerja dan aliran proses semasa syarikat pembuatan botol. Pembangunan susun atur ini dibuat selepas memerhati stesen kerja semasa syarikat. Susun atur proses baharu ini akan dibuat dengan mengurangkan stesen kerja dan meningkatkan keberkesanan proses bagi meningkatkan produktiviti proses pengeluaran. Aplikasi Siemens Tecnomatix Plant digunakan untuk aliran proses baharu yang dicadangkan.

4. Keputusan dan Perbincangan

4.1 Temubual dan Pemerhatian

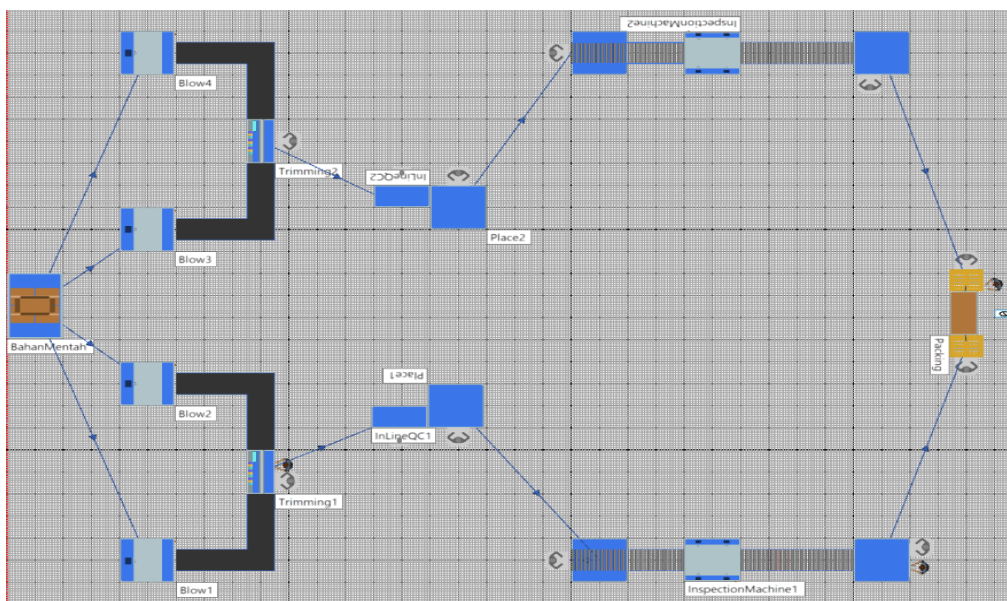
Pengkaji telah menemubual 3 orang responden yang bekerja di syarikat pembuatan botol pelincir di Shah Alam, Selangor daripada pelbagai jawatan yang berbeza untuk mendapatkan maklumat yang lebih tepat. Temu bual ini bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut dan mengumpul data untuk analisis. Selain itu, pengkaji juga telah membuat pemerhatian terhadap aliran proses pengeluaran semasa yang sedang berjalan di syarikat pembuatan botol pelincir. Berdasarkan pemerhatian yang dilakukan di aliran proses pengeluaran botol pelincir, terdapat 5 stesen kerja dan 5 orang operator yang terlibat untuk menghasilkan botol pelincir. Pengkaji juga telah mengumpul data untuk dimasukkan ke dalam aplikasi simulasi Siemens Tecnomatix Plant. Jadual 1 menunjukkan masa proses yang telah dicatatkan untuk masa yang diperlukan di setiap stesen bagi menghasilkan satu unit botol pelincir.

Jadual 1 Aliran proses semasa botol pelincir

Proses	Stesen kerja	Operator	Masa proses (s)	Masa menunggu (s)	Masa maksimum (s)
1	Proses <i>Blow</i>	-	80	10	90
2	Proses Memotong	2	42	15	57
3	Manual In line QC	2	15	6	21
4	Proses Pemeriksaan	-	20	10	30
5	Proses Pembungkusan	1	13	7	20
Masa untuk satu kitaran pembuatan			170	48	218

4.2 Aliran Semasa Proses Pengeluaran

Dalam kajian ini pengkaji lebih menumpukan pada bahagian proses pengeluaran untuk menambahbaik produktiviti dengan mengurangkan pembaziran masa dalam proses ini. Proses pengeluaran ini mempunyai 2 cara kerja, dimana terdapat stesen kerja yang dijalankan manual oleh manusia dan stesen kerja yang dijalankan oleh mesin. Setiap produk yang akan dibuat akan melalui semua stesen kerja seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 bagi memenuhi proses pengeluaran botol. Pengkaji juga telah membuat pemerhatian terhadap susun atur semasa proses pengeluaran botol pelincir dan memasukkan data tersebut dalam aplikasi Siemens Tecnomatix Plant seperti Rajah 1 gambaran secara 3D susun atur semasa proses pengeluaran botol pelincir semasa.



Rajah 1 Susun atur semasa proses pengeluaran botol pelincir menggunakan aplikasi simulasi Siemens tecnomatix plant

4.3 Penambahbaikan Proses

Berdasarkan data yang dikumpul, terdapat beberapa stesen kerja yang boleh digabungkan kepada satu proses. Selain itu, terdapat beberapa proses memerlukan masa yang lama kerana dilakukan secara manual. Penambahbaikan terhadap proses dilakukan untuk mengurangkan pembaziran untuk meningkatkan kecekapan dan produktiviti aliran proses pengeluaran botol pelincir. Pembaziran seperti menunggu, pergerakan boleh dikurangkan.

4.3.1 Penyusunan Semula Aliran Proses

Kajian ini mendapati bahawa susunan kedudukan proses pengeluaran perlu ditambahbaik untuk mengurangkan pembaziran menunggu produk untuk sampai ke stesen seterusnya. Menurut analisis yang dijalankan pengkaji, terdapat banyak stesen kerja yang tidak diperlukan harus diubah untuk meningkatkan produktiviti proses semasa.

4.3.2 Kedudukan Semula Operator Bertugas

Kajian ini menunjukkan bahawa kedudukan operator yang terlibat dalam proses penghasilan botol pelincir perlu disusun atau diletakkan semula pada kedudukan yang sepatutnya untuk mengurangkan pergerakan dan meningkatkan keberkesanan proses menyiapkan produk botol pelincir berdasarkan.

4.3.3 Penambahan *Robotic Arm* untuk Meningkatkan Keberkesanan

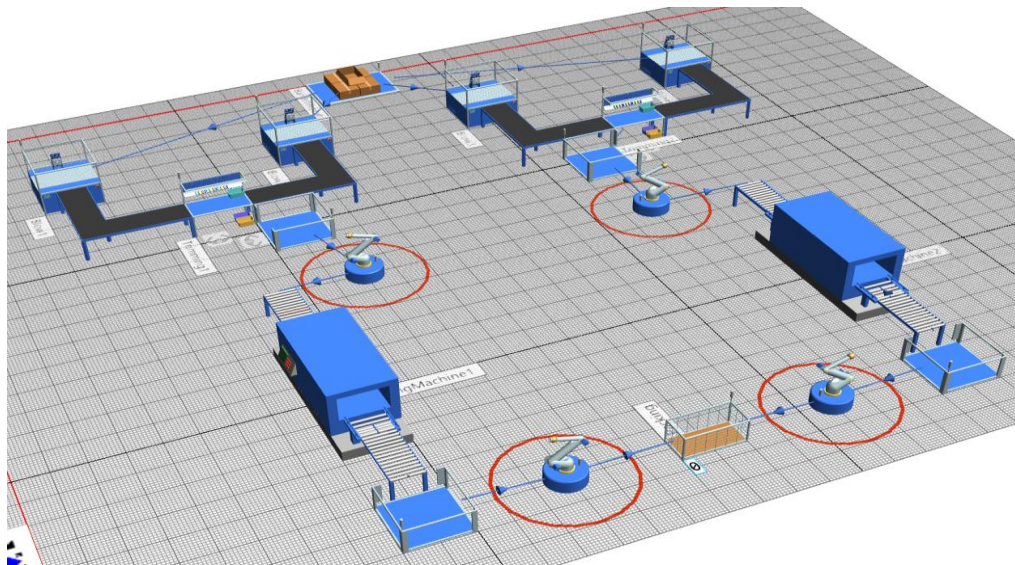
Berdasarkan pemerhatian pengkaji dalam melakukan kajian di syarikat pembuatan botol pelincir di Shah Alam, masa menunggu untuk satu proses ke proses lain mengambil masa yang lama. Dengan meletakkan *robotic arm* ke dalam barisan pengeluaran, masa menunggu dari satu proses ke proses yang lain dapat dikurangkan dan meningkatkan keberkesanan sesuatu proses. Terdapat pelbagai jenis *robotic arm* yang terdapat dalam pasaran yang boleh digunakan dalam proses pengeluaran ini. Kelajuan maximum *robotic arm* ini untuk bergerak adalah $200^\circ/s$ yang mana akan membantu proses pengeluaran untuk lebih produktif. Kos yang diperlukan untuk menambah *robotic arm* ini adalah RM12000 per unit. Ini secara tidak langsung dapat mengurangkan kos pengambilan operator bertugas.

4.4 Aliran Proses Pengeluaran Baharu Menggunakan Simulasi Siemens Tecnomatix Plant

Berdasarkan pengumpulan data daripada proses pengeluaran semasa di syarikat yang dipilih, pengkaji telah mencadangkan susun atur baharu untuk meningkatkan produktiviti dan keberkesanan proses pengeluaran botol pelincir. Bagi memastikan aliran proses pengeluaran menjadi lebih cekap, 5 proses dalam aliran proses pengeluaran semasa telah dipertimbangkan untuk disusun semula. Selepas penambahbaikan dilakukan pada aliran proses pengeluaran syarikat ini, terdapat 4 stesen kerja yang perlu dilalui untuk menghasilkan botol pelincir. Selain itu, bilangan pekerja yang diperlukan untuk setiap proses juga disusun atau ditugaskan mengikut keperluan stesen kerja yang baharu. Seterusnya, masa proses, masa menunggu dan masa maksimum dalam saat telah dikira semula untuk mengoptimumkan masa yang sesuai di setiap stesen kerja. Jadual 2 menunjukkan aliran proses botol pelincir baharu. Gambaran secara 3D susun atur aliran proses baharu dapat dilihat di Rajah 2.

Jadual 2 Aliran proses baharu botol pelincir

Proses	Stesen kerja	Operator	Masa proses (s)	Masa menunggu (s)	Masa maksimum (s)
1	Proses <i>Blow</i>	-	60	9	69
2	Proses Memotong	2	40	11	51
3	Proses Pemeriksaan	-	30	12	42
4	Proses Pembungkusan	-	10	5	15
Masa untuk satu kitaran pembuatan			140	37	177

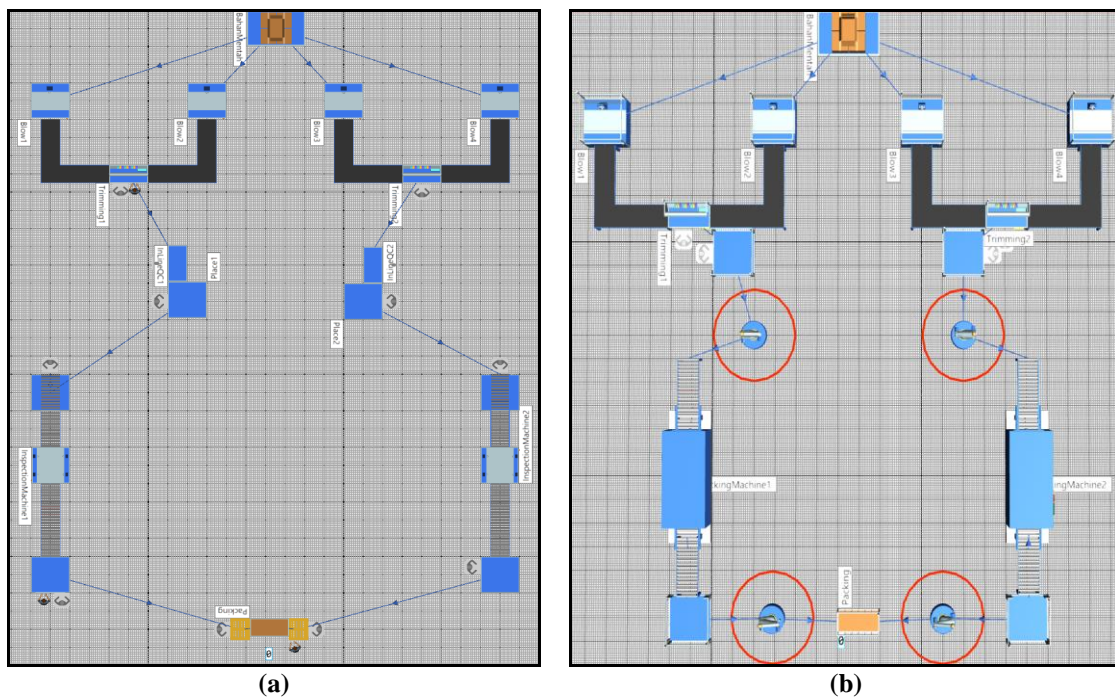


Rajah 2 Susun atur baharu proses pengeluaran botol pelincir menggunakan aplikasi simulasi Siemens tecnomatix plant

4.5 Perbandingan Aliran Proses Sebelum dan Selepas Proses Pengeluaran

4.5.1 Perbandingan antara Susun Atur

Rajah 3 menunjukkan susun atur proses semasa cadangan susun atur proses baharu. Susun atur proses baharu disusun agar lebih dekat kedudukan dari satu stesen ke stesen untuk mengurangkan pembaziran dari segi masa menunggu dan untuk memudahkan *robotic arm* yang ditambah bergerak menghantar botol ke stesen seterusnya.



Rajah 3 PSusun atur proses (a) Semasa; (b) Baharu

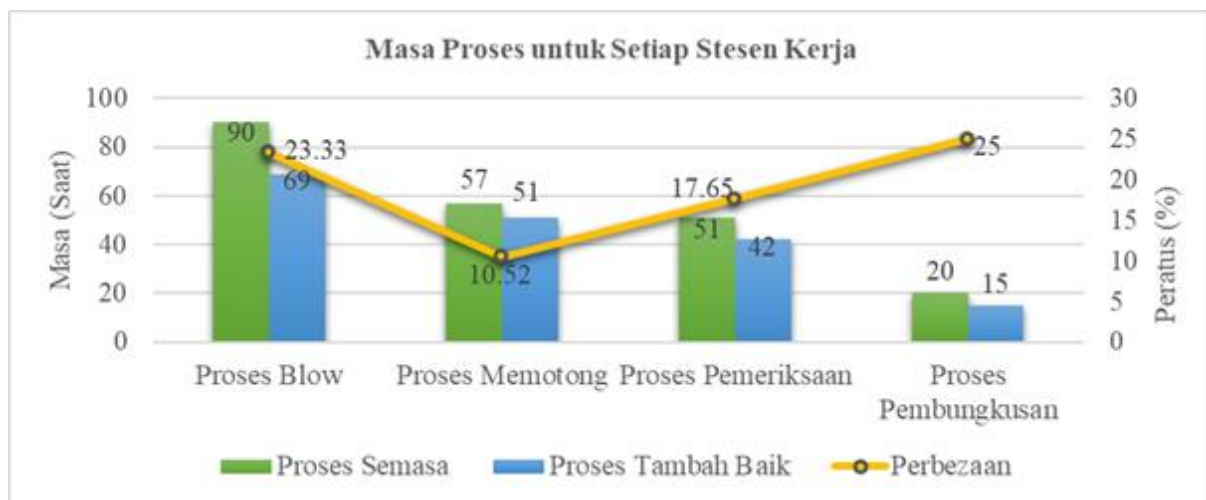
4.5.2 Perbandingan antara Proses

Jadual 1 menunjukkan terdapat beberapa proses memerlukan masa yang pendek dan terdapat juga stesen kerja memerlukan masa proses yang lama. Oleh itu, beberapa stesen kerja yang mempunyai cara kerja yang lebih kurang sama perlu digabungkan untuk mengimbangkan masa proses untuk setiap stesen kerja di proses pengeluaran. Perbandingan antara proses semasa dan proses yang ditambah baik dapat dilihat pada Jadual 3.

Jadual 3 Perbandingan aliran proses semasa dan aliran proses baharu

Aliran proses semasa			Aliran proses baharu			Penurunan (%)
No	Stesen	Lead time (s)	No	Stesen	Lead time (s)	
1	Proses <i>blow</i>	90	1	Proses <i>blow</i>	69	23.33
2	Proses memotong	57	2	Proses memotong	51	10.52
3	Manual in line QC	21	3	Proses pemeriksaan	42	17.65
4	Proses pemeriksaan	30	4	Proses pembungkusan	15	25
Jumlah <i>lead time</i> untuk satu kitaran pembuatan		218	Jumlah <i>lead time</i> untuk satu kitaran pembuatan		177	18.80

Rajah 4 menunjukkan masa proses pengeluaran semasa dan masa proses pengeluaran Baharu dalam setiap stesen kerja dan peratus penurunan yang berlaku. Proses masa untuk stesen kerja pertama iaitu proses *Blow* dilihat menurun daripada 90 saat di proses semasa kepada 69saat di proses yang telah ditambahbaik. Penurunan tersebut adalah sebanyak 23.33%. Masa proses untuk Memotong di proses semasa ialah 57 saat dan 51 saat. Ini menunjukkan berlaku penurunan sebanyak 10.52%. Untuk proses yang seterusnya iaitu proses Pemeriksaan, masa proses di stesen kerja ini menurun daripada 51 saat kepada 42 saat. Penurunan yang berlaku adalah sebanyak 17.65%. Proses yang terakhir ialah proses Pembungkusan. Masa proses semasa ialah 20 saat, manakala untuk proses baharu adalah selama 15 saat. Ini menunjukkan penurunan sebanyak 25% berlaku.

**Rajah 4** Masa proses untuk setiap stesen kerja sebelum dan selepas

4.5.3 Perbandingan antara Kedudukan Operator

Berdasarkan pengumpulan data di Jadual 1, hanya dua stesen kerja yang tidak menggunakan operator dalam menjalankan proses pengeluaran. Walaubagaimanapun, sesetengah proses memerlukan masa proses yang lebih singkat dan ada juga proses yang memerlukan masa proses yang lebih lama. Oleh itu, untuk mengimbangi masa proses untuk setiap proses, kedudukan operator perlu disusun atau diletakkan semula pada kedudukan yang sesuai. Pengurangan operator yang bertugas daripada 5orang kepada 2 orang ini akan dapat mengurangkan masa menunggu dalam proses pengeluaran. Peruntukan operator untuk proses semasa dan baharu dapat dilihat dalam Jadual 4.

Jadual 4 Peruntukan operator untuk proses semasa dan baharu

Proses Semasa	Operator	Stesen Kerja	Operator	Proses Tambah baik
1	-	Proses Blow	-	1
2	2	Proses Memotong	2	2
3	2	Manual In line QC	-	3
4	-	Proses Pemeriksaan	-	
5	1	Proses Pembungkusan	-	4

4.5.4 Perbandingan antara Lead Time dan Masa Menunggu untuk 1 Batch

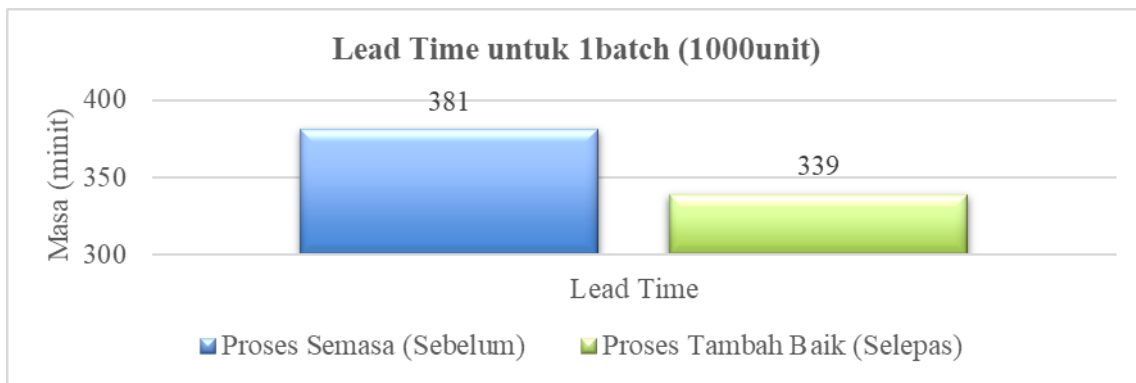
Berdasarkan hasil keputusan yang diperoleh daripada aplikasi simulasi Siemens Tecnomatix Plant untuk pengeluaran 1 batch iaitu 1000 unit botol, syarikat dapat mengurangkan jumlah *lead time* dan peratus masa menunggu pengeluaran. Perbezaan antara peratus masa menunggu dan jumlah *lead time* untuk pengeluaran 1000 unit botol sebelum dan selepas penambahbaikan proses pengeluaran dapat dilihat di Jadual 5.

Jadual 5 Perbandingan antara lead time dan masa menunggu untuk 1 batch

No	Kategori Untuk 1 batch (1000 unit)	Sebelum	Selepas	Perbezaan
1	Jumlah <i>Lead Time</i>	381 min	339 min	↓ 11%
2	Peratus <i>Waiting Time</i>	71.39%	64.16%	↓ 7.43%
3	<i>Throughput</i> untuk Sejam	157 unit	177 unit	↑ 11%

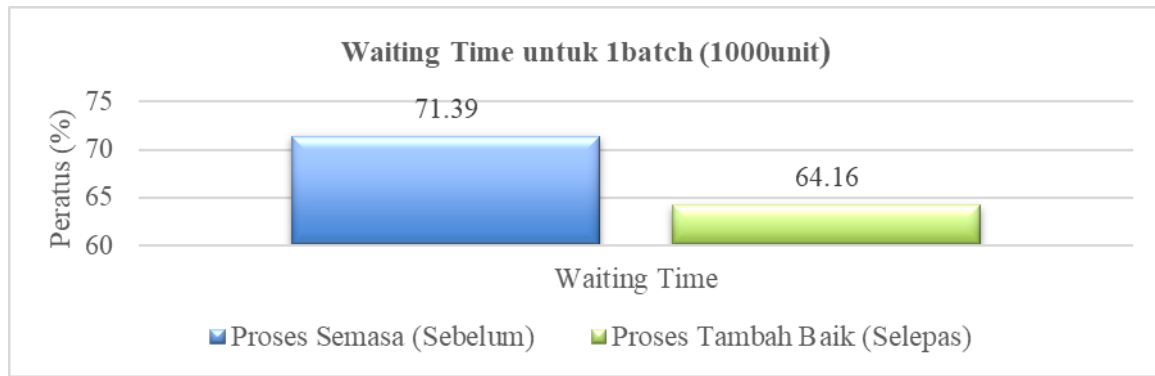
Jadual perbandingan menunjukkan bahawa jumlah *lead time* dan peratus masa menunggu telah dikurangkan. Keputusan ini menunjukkan penambahbaikan yang telah dilakukan adalah baik untuk syarikat ini dan ia dapat meningkatkan keberkesanan proses dalam syarikat. Ini dapat dilihat dalam Rajah 5, Rajah 6, dan Rajah 7.

Berdasarkan Rajah 5, jumlah *lead time* untuk pengeluaran 1000 unit botol adalah 381 min (6 jam 21 min) untuk aliran proses semasa dan 339 min (5 jam 39min) untuk aliran proses baharu. Ini menunjukkan bahawa jumlah *lead time* bagi aliran proses baharu adalah 11% lebih pantas daripada aliran proses semasa.



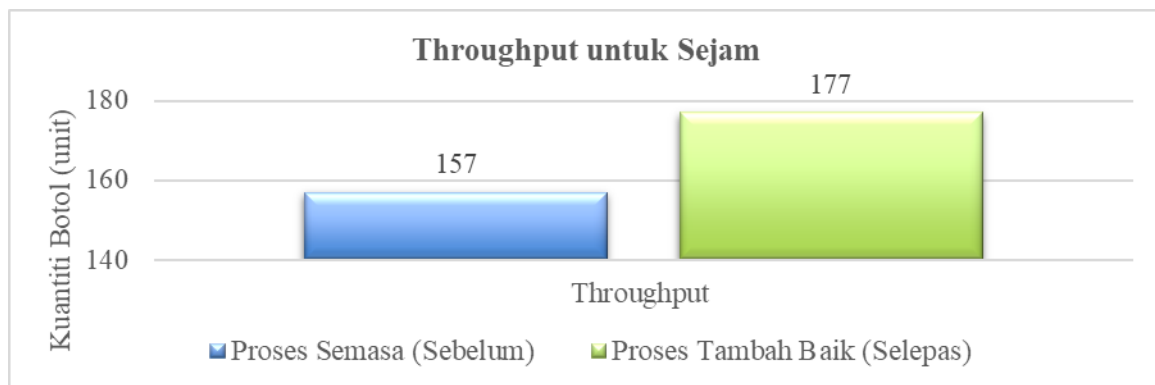
Rajah 5 Jumlah *lead time* untuk 1 batch sebelum dan selepas

Rajah 6 menunjukkan peratus masa menunggu menurun daripada 71.39% untuk aliran proses semasa kepada 64.16% untuk aliran proses baharu. Penurunan peratus sebanyak 7.43% ini menunjukkan bahawa aliran proses baharu mempunyai masa menunggu yang sedikit berbanding aliran proses semasa.



Rajah 6 Peratus waiting time untuk 1 batch sebelum dan selepas

Untuk melihat menguatkan alasan bahawa aliran proses baharu yang dibuat lebih baik dapat dilihat di *throughput* untuk sejam seperti dalam Rajah 7. Aliran proses baharu dapat mengeluarkan sebanyak 177 unit botol pelincir dalam masa sejam, manakala aliran proses semasa hanya dapat mengeluarkan 157 unit sahaja dalam sejam. Perkara ini dapat dilihat bahawa jumlah *lead time* dan *throughput* untuk sejam aliran proses semasa lebih baik berbanding aliran proses semasa dan masa menunggu boleh dikurangkan atau dihapuskan.



Rajah 7 Throughput untuk sejam sebelum dan selepas

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan terhadap kitaran masa semasa, terdapat pembaziran yang berlaku dalam barisan pengeluaran. Bagi mengurangkan pembaziran seperti masa menunggu di proses pengeluaran, pengkaji telah menambahbaik aliran proses pengeluaran dengan mengaplikasikan teknik *lean*. Keseluruhan masa yang digunakan di setiap stesen kerja telah diminimumkan dan mengurangkan stesen kerja yang mana akan membantu pengkaji dalam meningkatkan produktiviti proses pengeluaran. Penambahbaikan aliran proses telah dibuat dengan mengurangkan stesen kerja daripada 5 stesen kerja kepada 4 stesen kerja dan pengurangan operator yang bertugas daripada 5 orang kepada 2 orang operator sahaja. Hasil daripada penambahbaikan aliran proses yang dilakukan jumlah *lead time* dan peratus masa menunggu untuk pengeluaran 1000unit botol telah dikurangkan. Jumlah *lead time* dapat dikurangkan daripada 381 min pada proses pengeluaran semasa kepada 339 min pada proses pengeluaran baharu. Peratus masa menunggu juga berkurang 7.43% yang mana proses pengeluaran semasa adalah sebanyak 71.39% dan 64.16% untuk proses pengeluaran semasa. Penurunan kedua-dua kategori untuk pengeluaran kuantiti yang sama ini iaitu 1000unit menunjukkan aliran proses pengeluaran baharu cekap dan produktif berbanding aliran proses pengeluaran semasa. Syarikat boleh menggunakan proses pengeluaran baharu ini dengan mengeluarkan kos untuk membeli *robotic arm* lebih kurang sebanyak RM48000 yang mana akan mendapatkan pulangan modal semula dalam masa 7.5 tahun. Kajian ini menunjukkan penggunaan teknik *lean* akan dapat mengurangkan pembaziran yang terdapat dalam proses pengeluaran dan dalam masa yang sama dapat meningkatkan produktiviti sesebuah proses.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan dan Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan dalam menyiapkan kajian ini.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahwa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Nurfilzati Alisha Ismadi, Ahmad Nur Aizat Ahmad; **pengumpulan data:** Nurfilzati Alisha Ismadi; **analisis dan interpretasi hasil:** Nurfilzati Alisha Ismadi, Ahmad Nur Aizat Ahmad, Md Fauzi Ahmad; **penyediaan draf manuskrip:** Nurfilzati Alisha Ismadi, Ahmad Nur Aizat Ahmad. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Al Owad, A., Samaranyake, P., Karim, A., & Ahsan, K. B. (2018). An integrated lean methodology for improving patient flow in an emergency department—case study of a Saudi Arabian hospital. *Production Planning and Control*, 29(13), 1058–1081. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1511870>
- Chris, M. J. (2021). Methodology Section for Research Papers. 1–5.
- Daniel, D. (2020). Lean Manufacturing (Lean Production). TechTarget.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2023). Indeks Pengeluaran Perindustrian Malaysia Mac 2023 (Issue September).
- Jimenez, G., Santos, G., Sá, J. C., Ricardo, S., Pulido, J., Pizarro, A., & Hernández, H. (2019). Improvement of productivity and quality in the value chain through lean manufacturing - A case study. *Procedia Manufacturing*, 41, 882–889. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>
- Mouzani, I. A. L., & Bouami, D. (2019). The Integration Of Lean Manufacturing And Lean Maintenance To Improve Production Efficiency. *International Journal of Mechanical and Production*, 9(1), 601–612.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Poswa, F., Adenuga, O. T., & Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/pr10091884>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Sadar, M. P., Rajmore, K. G., Rodge, M. K., & Kumar, K. (2023). Digital manufacturing approach for process simulation and layout optimization. *Materials Today: Proceedings*, 74, 642–649. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.10.003>
- Sharma, A., Bhanot, N., Gupta, A., & Trehan, R. (2022). Application of Lean Six Sigma framework for improving manufacturing efficiency: a case study in Indian context. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(5), 1561–1589. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2020-0223>
- Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. In *International Journal of Lean Six Sigma*. 10(2). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2018-0018>
- Sobrino, D. D., Ružarovský, R., Václav, Š., Cagánová, D., & Rychtárik, V. (2022, February). Developing simulation approaches: a simple case of emulation for logic validation using tecnomatix plant simulation. In *Journal of Physics: Conference Series*, 2212(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2212/1/012011>
- Sukiennik, M., & Bak, P. (2019). The Formation of Organizational Culture in the Aspect of Lean Management Principles in the Energy Industry. *E3S Web of Conferences*, 108, 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910801033>
- Tayaksi, C., Sagnak, M., & Kazancoglu, Y. (2020). A new holistic conceptual framework for leanness assessment. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(4), 567–590. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.4.047>
- Tilak, G., & Singh, D. (2018). Industry 4.0 – 4th Rising Industrial Revolution in Manufacturing Industries and its Impact on Employability and Existing Education System. *Pramana Research Journal*, 8(11), 161–169.
- Vanessa, R. C., Ángel, C. P., Luis, L. M., & Víctor, P.-F. (2020). Lean Thinking to Foster the Transition from Traditional Logistics to the Physical Internet. 1–17.
- White, S. K. (2019). What is process improvement? A business methodology for efficiency and productivity. CIO.